

Battery residual charge monitoring method uses difference between minimum current and current at intersection point between current/voltage curve and minimum voltage threshold of battery

Publication number: DE19960761

Publication date: 2001-05-23

Inventor: SCHOENER HANS-PETER (DE); BLESSING ALF (DE)

Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)

Classification:

- **international:** G01R31/36; G01R31/36; (IPC1-7): H01M10/48;
G01R31/36

- **European:** G01R31/36M1

Application number: DE19991060761 19991216

Priority number(s): DE19991060761 19991216

Also published as:



EP1109028 (A2)



US6329823 (B2)



US2001020849 (A1)



JP2001229981 (A)



EP1109028 (A3)

[more >>](#)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19960761

The residual charge monitoring method has at least 2 different current-voltage measurements for the battery provided at recorded time points (T1,T2), with determination of the corresponding measuring points (M1,M2), for providing a current/voltage curve (3). The intersection point (S3) of the curve with the minimum voltage threshold for the battery is used for providing the corresponding current value, compared with the minimum current (Imin) for the battery, to provide a difference value indicative of the residual battery charge.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 199 60 761 C 1**

⑯ Int. Cl. 7:
H 01 M 10/48
G 01 R 31/36

DE 199 60 761 C 1

⑯ Aktenzeichen: 199 60 761.3-45
⑯ Anmeldetag: 16. 12. 1999
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 5. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

Schöner, Hans-Peter, Dr., 64397 Modautal, DE;
Blessing, Alf, Dr., 73092 Heiningen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 29 52 853 A1

⑯ Verfahren zur Überwachung der Restladung und der Leistungsfähigkeit einer Batterie

⑯ Verfahren zur Überwachung der Restladung und der Leistungsfähigkeit einer Batterie, bei dem an der belasteten Batterie mindestens zwei Strom-Spannungsmessungen durchgeführt werden. Die Strombelastung der Batterie ist hierbei größer als 30% der Nennkapazität pro Stunde, z. B. bei einer 100 Ah-Batterie mindestens 30 Ampäre, zu wählen. Die erste Strom-Spannungsmessung wird zu einem ersten Zeitpunkt bei einem ersten Belastungszustand der Batterie gemessen. Eine zweite Strom-Spannungsmessung wird zu einem zweiten Zeitpunkt bei einem zweiten Belastungszustand der Batterie durchgeführt. Wesentlich ist, daß sich hierbei der Belastungszustand der Batterie durch den entnommenen Strom geändert hat. Die Stromspannungsmessungen ergeben einen ersten Meßpunkt und einen zweiten Meßpunkt. Durch die beiden Meßpunkte wird eine Interpolationsgerade gelegt und deren Schnittpunkt mit einem Grenzspannungsniveau (U_{Gr}) ermittelt. Dieser Schnittpunkt ist gekennzeichnet durch einen sogenannten Grenzstrom (I_{Gr}). Das Grenzspannungsniveau ist bestimmt aus der Mindestspannung, die die angeschlossenen Verbraucher benötigen, um fehlerfrei zu funktionieren. Das Grenzspannungsniveau wird daher bei der technischen Auslegung des Batterienetzes vorgegeben und ist bekannt. Die fehlerfrei Funktion der angeschlossenen Verbraucher erfordert weiterhin einen Mindestbetriebsstrom (I_{min}), der als Auslegeparameter des Batterienetzes ebenfalls festgelegt und bekannt ist. Die Differenz aus ermitteltem ...

DE 199 60 761 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

Bekannt sind Batterieüberwachungssysteme, die den Ladungszustand der Batterie im stromlosen Zustand der Batterie ermitteln. Derartige Systeme nutzen die weitgehend lineare Abhängigkeit der Ruhespannung von der Säuredichte des Elektrolyten. Diese Säuredichte ändert sich proportional zur Ladungsmenge, die der Batterie bereits entnommen wurde. Diese Systeme können den Ladezustand der Batterie ermitteln, wenn die Batterie mehrere Stunden stromlos war und die internen Diffusionsvorgänge zur Ruhe gekommen sind.

Aus der DE 29 52 853 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung der Kapazität eines Akkumulators bekannt. Es werden zwei Spannungen gemessen, nämlich einmal die Leerlaufspannung des Akkumulators und einmal die Klemmspannung des Akkumulators im belasteten Zustand. Die Differenz dieser beiden Spannungen ist diejenige Spannung die am Innenwiderstand des Akkumulators abfällt und ist abhängig vom Ladezustand des Akkumulators. Die Differenzspannung zwischen Klemmspannung und Leerlaufspannung ist deshalb ein grobes Maß für den Ladezustand eines Akkumulators. Eine Bestimmung einer Restladung einer Batterie innerhalb eines Batterienetzes ist mit dem Verfahren aus der DE 29 52 853 A1 nicht möglich. Hierzu müssten außer den Spannungspiegeln auch die zugehörigen Stöme ermittelt werden. Auch ist mit dem vorbekannten Verfahren es nicht möglich zu bestimmen, wie lange das einer Batterie zugehörige Bordnetz noch fehlerfrei betrieben werden kann.

Weiterhin ist aus Steffens, W. "Verfahren zur Schätzung der Inneren Größen von Starterbatterien", Dissertation RWTH Aachen 1987, bekannt, aus einer Modellbetrachtung Batteriezustandsgrößen zu schätzen. Diese Batteriezustandsgrößen umfassen u. a. auch die Ruhespannung der Batterie. Dieses Modell arbeitet zwar im strombelasteten Zustand der Batterie, erlaubt jedoch keine Aussage über den verbliebenen Energieinhalt der Batterie. Außerdem ist die Modellbildung sehr komplex und hat sich daher in der Praxis nicht durchgesetzt.

Erfnungsgemäße Aufgabe ist es daher, ein Verfahren zur Batterieüberwachung anzugeben, das zum einen die Batterieüberwachung ohne die Einhaltung von Ruhepausen erlaubt und zum anderen gleichzeitig die Ermittlung des restlichen Energieinhalts der Batterie ermöglicht.

Erfnungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen enthalten.

Erfnungsgemäß gelingt dies, indem an der belasteten Batterie mindestens zwei Strom-Spannungsmessungen durchgeführt werden. Die Strombelastung der Batterie ist hierbei größer als 30% der Nennkapazität pro Stunde, z. B. bei einer 100 Ah-Batterie mindestens 30 Ampère, zu wählen. Die erste Strom-Spannungsmessung wird zu einem ersten Zeitpunkt bei einem ersten Belastungszustand der Batterie gemessen. Eine zweite Strom-Spannungsmessung wird zu einem zweiten Zeitpunkt bei einem zweiten Belastungszustand der Batterie durchgeführt. Wesentlich ist, daß sich hierbei der Belastungszustand der Batterie durch den entnommenen Strom geändert hat. Die Stromspannungsmessungen ergeben einen ersten Meßpunkt und einen zweiten Meßpunkt. Durch die beiden Meßpunkte wird eine Interpolationsgerade gelegt und deren Schnittpunkt mit einem Grenzspannungsniveau (U_{Gr}) ermittelt. Dieser Schnittpunkt ist gekennzeichnet durch einen sogenannten Grenzstrom

(I_{Gr}). Das Grenzspannungsniveau ist bestimmt aus der Mindestspannung, die die angeschlossenen Verbraucher benötigen, um fehlerfrei zu funktionieren. Das Grenzspannungsniveau wird daher bei der technischen Auslegung des Batterienetzes vorgegeben und ist bekannt. Die fehlerfreie Funktion der angeschlossenen Verbraucher erfordert weiterhin einen Mindestbetriebsstrom (I_{min}) der als Auslegeparameter des Batterienetzes ebenfalls festgelegt und bekannt ist. Die Differenz aus ermitteltem Grenzstrom I_{Gr} und Mindestbetriebsstrom I_{min} wird ermittelt und festgehalten. Diese Differenz ist ein Maß für die noch verfügbare Restladung der Batterie und wird hier erfungsgemäß mit Grenzstromreserve bezeichnet.

Mit der Erfnung werden hauptsächlich die folgenden Vorteile erzielt:

Die Grenzstromreserve kann aus einer mit Strom belasteten Batterie ermittelt werden. Damit kann auch eine Batterieüberwachung durchgeführt werden an Systemen, die kontinuierlich betrieben werden und somit keine Ruhespannungsmessung an der Batterie erlauben. Im Bereich der Kraftfahrzeuge ist ein solches System z. B. ein Taxi, das 24 h pro Tag im Einsatz ist. Bei einem derartigen Taxi versagen herkömmliche Batterieüberwachungssysteme. Der Taxifahrer bekommt keine Information über ein bevorstehendes Zusammenbrechen seines Bordnetzes und damit über den Ausfall vieler relevanter Sicherheitsvorrichtungen wie Antiblockiersysteme, Airbags, Elektronische Stabilisierungsprogramme, Gurtstraffer, Niveauregulierungen u. s. w. Die herkömmliche Ladestromkontrollleuchte macht bekanntlich nur Aussagen über die Stromrichtung zwischen Generator und Batterie. Die Ladestromkontrollleuchte erlaubt jedoch keine Zustandsdiagnose über einen bevorstehenden Zusammenbruch des Bordnetzes oder darüber, ob für die sicherheitsrelevanten Systeme noch genügend Energie zur Verfügung steht. Dies wird erst mit dem erfungsgemäß Verfahren möglich.

Die Grenzstromreserve berücksichtigt in einem einzigen Maß die für eine Batteriediagnose relevanten Einflüsse wie Batterietemperatur, mittlerer Entladestrom der Batterie und Batteriealterungszustand.

Die Grenzstromreserve wird nicht beeinflußt durch Diffusionsvorgänge oder andere Nichtlinearitäten der Batterie, welche bei kleinen Entladestromen die Batteriespannungslage stark beeinflussen, und ermöglicht daher eine zuverlässige und quantifizierbare Aussage über die Restladung der Batterie.

Durch die Ermittlung der Grenzstromreserve mit Hilfe des Grenzstromes (I_{Gr}) wird die Batterieleistungsfähigkeit im Grenzbereich der Funktionsfähigkeit des angeschlossenen Verbrauchersystems bewertet. Die Grenzstromreserve erlaubt daher eine Sicherheitsabschätzung, daß das angeschlossene Verbrauchersystem auch bei kritischen Belastungszuständen nicht versagen wird. Dies ist besonders im Hinblick auf die bereits erwähnten sicherheitsrelevanten Vorrichtungen in einem Kraftfahrzeug von großem Vorteil, da deren voraussichtlich einwandfreie Funktion mit der Grenzstromreserve zuverlässig prognostiziert wird.

Weiterhin erlaubt das erfungsgemäß Verfahren durch die Produktbildung aus Grenzspannungsniveau (U_{Gr}) und Grenzstrom (I_{Gr}), die Angabe einer maximalen Leistung, die der Batterie noch entnommen werden kann, ohne das Grenzspannungsniveau zu unterschreiten.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfnung unter anderem anhand von einer Zeichnung dargestellt und näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Grenzspannungsniveau (U_{Gr}), Grenzstrom (I_{Gr}) und den Strom-Spannungskennlinien der Batterie, bei

verschiedenen Ladezuständen der Batterie

Anhand von Fig. 1 wird im folgenden die Erfindung und insbesondere die Grenzstromreserve beispielhaft erläutert. In Fig. 1 ist eine typische Strom-Spannungs-Kennlinien-
5 schar einer Batterie mit verschiedenen Ladezuständen dar-
gestellt. Mit der Ziffer 1 wird eine Kennlinie für eine vollge-
ladene Batterie bezeichnet. Die Kennlinie 1 einer vollge-
ladenen Batterie zeichnet sich durch einen flachen Verlauf
aus. D. h. die Spannung U an den Klemmen der Batterie
nimmt mit zunehmendem Laststrom I verhältnismäßig ge-
ring ab. Mit zunehmender Entladung der Batterie oder zu-
nehmender Alterung der Batterie nehmen die Strom-Span-
nungskennlinien 2, 3, 4, 5 einen immer steileren Verlauf, bis
schließlich die Strom-Spannungs-Kennlinie 5 das Grenz-
spannungsniveau U_{Gr} beim Mindeststrom I_{min} schneidet.
Eine Batterie in diesem Zustand wird als leer bezeichnet.
Zur Ermittlung der Grenzstromreserve einer Batterie mit ei-
nem Ladezustand, der der Kennlinie 3 entspricht, wird fol-
gendermaßen vorgegangen.

Eine erste Strom-Spannungsmessung wird zu einem er-
sten Zeitpunkt T_1 bei einem ersten Belastungszustand der
Batterie gemessen. Eine zweite Strom-Spannungsmessung
wird zu einem zweiten Zeitpunkt T_2 bei einem zweiten Be-
lastungszustand der Batterie durchgeführt. Wesentlich ist,
daß sich hierbei der Belastungszustand der Batterie durch
den entnommenen Strom geändert hat. Außerdem muß der
Laststrom der Batterie größer als 30% der Nennkapazität K_N
20 pro Stunde gewesen sein. Die Stromspannungsmessungen
ergeben einen ersten Meßpunkt M_1 und einen zweiten Meß-
punkt M_2 . Durch die beiden Meßpunkte M_1, M_2 wird eine
Interpolationsgerade 3 gelegt und deren Schnittpunkt S_3 mit
einem Grenzspannungsniveau U_{Gr} ermittelt. Dieser Schnittpunkt
25 ist gekennzeichnet durch einen sogenannten Grenz-
strom I_{Gr} . Das Grenzspannungsniveau ist bestimmt aus der
Mindestspannung, die die angeschlossenen Verbraucher be-
nötigen, um fehlerfrei zu funktionieren. Das Grenzspan-
nungsniveau wird daher bei der technischen Auslegung des
Batterienetzes vorgegeben und ist bekannt. Die fehlerfreie
30 Funktion der angeschlossenen Verbraucher erfordert weiter-
hin einen Mindestbetriebsstrom I_{min} , der als Auslegepara-
meter des Batterienetzes ebenfalls festgelegt und bekannt
ist. Die Differenz aus ermitteltem Grenzstrom I_{Gr} und Min-
destbetriebsstrom I_{min} wird ermittelt und festgehalten. Diese
Differenz ist ein Maß für die noch verfügbare Restladung
35 der Batterie und wird hier erfindungsgemäß mit Grenz-
stromreserve bezeichnet. In gleicher Weise lassen sich aus
den Kennlinien 2 und 4 die Schnittpunkte S_2 und S_4 bestim-
men. Man erkennt, daß mit zunehmender Entladung der
Batterie die Schnittpunkte S_2, S_3, S_4 immer weiter nach
links hin zum Mindestbetriebsstrom I_{min} wandern, symbo-
40 lisch dargestellt durch den Pfeil 6. Die erfindungsgemäß er-
mittelte Grenzstromreserve gibt also den abnehmenden La-
dezustand der Batterie richtig wieder. Insbesondere erreicht
die Grenzspannung den Wert 0, wenn der Grenzstrom I_{Gr}
45 mit dem Mindeststrom I_{min} zusammenfällt, wie es für die
Kennlinie 5 der Fall ist. Damit ergibt die Grenzspannungsre-
serve für eine defitionsgemäß leere Batterie den Wert 0.

Typischer Weise sind die beiden Meßpunkte M_1 und M_2
50 zu zwei Zeitpunkten aufgenommen, die ca 15 bis 20 ms aus-
einander liegen.

In einem anderen erfindungsgemäßen Ausführungsbe-
ispiel wird die Grenzstromreserve ermittelt, indem die je-
weils aktuelle Strom-Spannungskennlinie der Batterie durch
eine Vielzahl von Strom-Spannungsmessungen bei unter-
schiedlichen Belastungszuständen aufgenommen wird.
Durch diese Vielzahl von Meßpunkten wird dann eine Aus-
gleichsgerade, z. B. durch an sich bekannte Regressionsver-
fahren, gelegt und der Grenzstrom wieder als Schnittpunkt

dieser Ausgleichsgeraden mit dem Grenzspannungsniveau
bestimmt.

In einem anderen Ausführungsbeispiel wird die Grenz-
stromreserve aus der kontinuierlichen Beobachtung der
5 Strom-Spannungskennlinie der Batterie bestimmt. Hierzu
können an sich bekannte sogenannte Zustandsbeobachter,
z. B. Lünenberger-Beobachter oder Kalman-Filter, eingesetzt
werden. Diese Zustandsbeobachter bestimmen die Steigung
10 und den Ordinatenabschnitt der Ausgleichsgeraden für die
Strom-Spannungskennlinie. Die Grenzstromreserve wird
wieder wie vorbeschrieben aus dem Schnittpunkt dieser
Ausgleichsgeraden mit dem Grenzspannungsniveau be-
stimmt. Besonders vorteilhaft bei diesem Ausführungsbe-
spiel ist es, daß der Grenzstrom und damit die Grenzstrom-
15 reserve stets für den augenblicklichen Batteriezustand er-
mittelt werden, also in Echtzeit.

Bei allen Ausführungsbeispielen kann aus der Grenz-
stromreserve auf die Restladung Q_{Rest} der Batterie geschlos-
sen werden. Im einfachsten Fall unterstellt man einen line-
20 aralen Zusammenhang zwischen Grenzstromreserve und
Restladung der Batterien. Die Restladung 0 wird erreicht,
wenn die Grenzstromreserve den Wert 0 hat. Die volle La-
dung der Batterie entspricht der Grenzstromreserve, welche
25 an einer vollgeladenen Batterie unter festgelegten Nennbe-
dingungen (z. B. bezgl. der Temperatur) ermittelt wird.
Durch Bestimmung der jeweils aktuellen Grenzstromre-
serve und Vergleich mit den beiden zuvor genannten be-
30 stimmten Randwerten ergibt sich ein Maß für den aktuellen
Ladezustand der Batterie. Bei Unterstellung eines linearen
Zusammenhangs zwischen Grenzstromreserve und Restla-
dung Q_{Rest} gibt der Quotient aus aktueller Grenzstromre-
serve und der Grenzstromreserve für die vollgeladene Bat-
35 terie den aktuellen Ladezustand der Batterie in Anteilen der
vollen Ladung an.

35 Eine genauere Ermittlung der Restladung der Batterie aus
der Grenzstromreserve ergibt sich aus folgender Relation

$$Q_{Rest} \geq \frac{(I_{Gr} - I_{min})}{\left(\frac{dI_{Gr}}{dQ} \right)_{max}}$$

$$45 Q_{Rest} \geq \frac{\text{Grenzstromreserve}}{\text{maximale Grenzstromsteigung}}$$

Hierbei wird die maximale Grenzstromsteigung

$$50 \left(\frac{dI_{Gr}}{dQ} \right)_{max}$$

experimentell ermittelt. Die Grenzstromsteigung ist eine
55 Kenngröße der Batterie. Die Grenzstromsteigung wird be-
stimmt aus einer Vielzahl von Belastungsmessungen, zu de-
nen jeweils die Grenzströme bestimmt werden. Von einer
Belastungsmessung zur nächsten Belastungsmessung wird
die Batterie jeweils um eine definierte Ladungsmenge entla-
60 den und für jeden Ladezustand der Grenzstrom ermittelt.
Die ermittelten Grenzströme werden über die entnommene
Ladungsmenge aufgetragen und die so erhaltenen Meß-
punkte mit einer Kurve angenähert. Die maximale Steigung
der Kurve ergibt dann die hier bezeichnete maximale Grenz-
65 stromsteigung.

Nach den zuvor angeführten Relationen ergibt sich dann
eine Mindestabschätzung für die Restladung Q_{Rest} , die noch
in der Batterie zur Verfügung steht. Demnach ist die Restla-

dung der Batterie größer oder gleich als die Ladungsmenge, die durch den Quotienten aus der Grenzstromreserve und der maximalen Grenzstromsteigung gegeben ist.

Bei konstanter Belastung der Batterie kann aus der Restladung Q_{Rest} auf die noch zur Verfügung stehende Restentladezeit geschlossen werden, indem man die Restladung durch den anliegenden Laststrom dividiert. Aus dem Vergleich der Restentladezeit mit einer für eine bestimmte Funktion notwendigen Mindestentladezeit kann mit Vorteil abgeleitet werden, wie lange die Batterie mit ihrem aktuellen Ladezustand in der Lage ist, die notwendige Energie für die aktuell angeschlossenen Verbraucher zu liefern. Dies ist insbesondere von großem Vorteil, wenn in Kraftfahrzeugen das ordnungsgemäße Funktionieren der bereits exemplarisch aufgeführten Sicherheitsfunktionen gewährleistet werden muß.

Bei allen Ausführungsbeispielen ist die Genauigkeit der Berechnung des Grenzstroms von entscheidender Bedeutung. Diese Genauigkeit ist umso höher je größer der Unterschied im Laststrom zwischen der ersten Messung zur Bestimmung der Grenzstromreserve und der zweiten Messung zur Bestimmung der Grenzstromreserve ist. Mit anderen Worten sind Betriebszustände, bei denen große Belastungswechsel der Batterie und damit große Stromänderungen auftreten, besonders vorteilhaft, um die erfundungsgemäßen Ausführungsbeispiele durchzuführen. Derartige große Belastungswechsel treten bei Kraftfahrzeugen z. B. während des Startvorgangs auf. Die erfundungsgemäßen Ausführungsbeispiele werden daher in besonders vorteilhafter Weise beim Start eines Kraftfahrzeugs ausgeführt.

Weiterhin sind große Belastungswechsel im Bordnetz eines Kraftfahrzeugs durch kurzzeitiges Ein- bzw. Ausschalten von leistungsstarken Verbrauchern möglich. Große Belastungswechsel rufen z. B. Ein- und Ausschaltvorgänge von Heizverbrauchern (Heckscheibe, Zusatzheizung im Kühlkreislauf, heizbare Sitze; Standheizung ...) hervor. Die Bestimmung der Grenzstromreserve und der Restladung der Batterie, der Restentladezeit oder der Mindestladezeit erfolgt dann wie vorbeschrieben.

Eine weitere Möglichkeit große Belastungswechsel und damit verschiedene Belastungszustände im Bordnetz eines Kraftfahrzeugs gezielt durch Schaltvorgänge hervorzurufen, ist das kurzzeitige Ausschalten des Bordnetzgenerators oder die Variation der Generatorerregung. Die Veränderung der Generatorenspannung hat gegenüber dem Ein- und Ausschalten von Verbrauchern den Vorteil, daß auf das Einschalten einer zusätzlichen evtl. nicht benötigten oder nicht gewünschten Funktion verzichtet werden kann, um einen Belastungswechsel im Bordnetz gezielt zu bewirken. So braucht bei der Veränderung der Generatorenspannung z. B. im Sommer an heißen Tagen keine Zusatzheizung eingeschaltet werden, nur um einen Belastungswechsel hervorzurufen. Die Bestimmung der Grenzstromreserve und der Restladung der Batterie, der Restentladezeit oder der Mindestladezeit erfolgt dann wie vorbeschrieben.

Im Einzelfall kann es auch von Vorteil einen mehrstufigen Belastungswechsel im Bordnetz eines Kraftfahrzeugs gezielt hervorzurufen. Ein mehrstufiger Belastungswechsel ist insbesondere dann von Nutzen, wenn zur Bestimmung der Grenzstromreserve die Ausgleichskurve der Strom-Spannungskennlinie der Batterie aus einer Vielzahl von Meßpunkten aufgenommen werden soll. In diesem Fall wird für jeden Belastungszustand jeweils ein Meßpunkt der Strom-Spannungskennlinie aufgenommen. Die Anzahl der möglichen Meßpunkte ist hier von der Anzahl der gezielt hervorruftenden Belastungszuständen abhängig. Um eine möglichst große Anzahl von Meßpunkten aufnehmen zu können ist deshalb von Vorteil die beiden zuvorbeschriebenen Mög-

lichkeiten, nämlich die Variation der Generatorenspannung und das Ein- und Ausschalten von Verbrauchern, zu kombinieren, da damit die Anzahl der möglichen Belastungswechsel und Belastungszustände die zur Bestimmung der erfundungsgemäßen Batteriekenngroßen herangezogen werden können, am größten ist. Die Bestimmung der Grenzstromreserve und der Restladung der Batterie, der Restentladezeit oder der Mindestladezeit erfolgt dann wie vorbeschrieben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Restladung und der Leistungsfähigkeit einer belasteten Batterie in einem Batterienetz mit einem Grenzspannungsniveau (U_{Gr}) und einem Mindeststrom (I_{min}) bei dem:
zumindest zu einem ersten Zeitpunkt (T_1) mindestens eine erste Strom-Spannungs-Messung bei einem ersten Belastungszustand der Batterie durchgeführt und mindestens ein erster Meßpunkt (M_1) ermittelt wird, zumindest zu einem zweiten Zeitpunkt (T_2) mindestens eine zweite Strom-Spannungsmessung bei einem zweiten Belastungszustand der Batterie durchgeführt und mindestens ein zweiter Meßpunkt (M_2) ermittelt wird, die Meßpunkte (M_1, M_2) jeweils bei einem Belastungszustand der Batterie, der größer als 30% der Nennkapazität pro Stunde (K_{N}/h) ist, ermittelt werden, durch die Meßpunkte (M_1, M_2) eine Ausgleichskurve (3) gelegt wird und deren Schnittpunkt (S_3) mit dem Grenzspannungsniveau (U_{Gr}) ermittelt wird und der zugehörige Grenzstrom (I_{Gr}) ermittelt wird, durch Differenzbildung zwischen dem Grenzstrom (I_{Gr}) und dem Mindeststrom (I_{min}) eine Grenzstromreserve als Maß für die in der Batterie verfügbare Restladung ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichskurve eine Interpolationsgerade ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichskurve durch die Meßpunkte (M_1, M_2) aus einer Vielzahl von Meßpunkten gewonnen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Vielzahl von Meßpunkten eine Ausgleichsgerade gelegt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichskurve aus der kontinuierlichen Beobachtung der Strom-Spannungskennlinie bestimmt wird und mittels eines Zustandsbeobachters eine Ausgleichsgerade bestimmt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Zustandsbeobachter ein Lünenberger-Beobachter oder ein Kalman-Filter ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß durch Produktbildung aus dem Grenzspannungsniveau (U_{Gr}) und dem Grenzstrom (I_{Gr}) ein Maß für eine maximale Leistung ermittelt wird, die der Batterie noch entnommen werden kann, ohne das Grenzspannungsniveau (U_{Gr}) zu unterschreiten.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus der jeweils aktuellen Grenzstromreserve und der Grenzstromreserve für eine vollgeladene Batterie bei Nennbedingungen ein Verhältnis gebildet wird als ein Maß für die Restladung (Q_{Rest}) der Batterie im Verhältnis zur Nennladung.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, das aus der Grenzstromreserve und der maximalen Grenzstromsteigung ein Verhältnis gebildet wird als

Maß für die Restladung (Q_{Rest}) der Batterie.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9, da-
durch gekennzeichnet, daß aus der Restladung (Q_{Rest})
der Batterie durch Division mit dem aktuellen Last-
strom die Restladzeit der Batterie ermittelt wird. 5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, da-
durch gekennzeichnet, daß es beim Startvorgang von
Kraftfahrzeugen durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, da-
durch gekennzeichnet, daß der Belastungszustand des 10
Batterienetzes durch gezielte Belastungswechsel ver-
ändert wird, indem leistungsstarke Verbraucher im Bat-
terienetz ein- und ausgeschaltet werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, da-
durch gekennzeichnet, daß der Belastungszustand des 15
Batterienetzes gezielt verändert wird, indem die Gene-
ratorspannung variiert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, da-
durch gekennzeichnet, daß der Belastungszustand des
Batterienetzes gezielt verändert wird, indem sowohl 20
die Generatorspannung verändert wird als auch lei-
stungsstarke Verbraucher ein- und ausgeschaltet wer-
den.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

